

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 38 18542 A 1

51 Int. Cl. 4:  
G 01 N 23/04  
G 01 N 24/08  
G 03 B 42/02

21 Aktenzeichen: P 38 18 542.3  
22 Anmeldetag: 31. 5. 88  
43 Offenlegungstag: 14. 12. 89

DE 38 18542 A 1

71 Anmelder:  
Höper, Gerhard, Dipl.-Ing., 4300 Essen, DE

74 Vertreter:  
Zenz, J., Dipl.-Ing., 4300 Essen; Helber, F., Dipl.-Ing.,  
6144 Zwingenberg; Hosbach, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 4300 Essen

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum Prüfen eines technischen Körpers

Bei der Prüfung des technischen Körpers kommt die Computer-Tomographie zur Anwendung. Dabei werden eine Strahlenquelle und ein zugehöriger Sensor gemeinsam um den technischen Körper gedreht und senkrecht zur Drehrichtung verschoben. Strahlenquelle und Sensor sitzen an einem Träger, der um den zu prüfenden technischen Körper schließbar und an diesen befestigbar ist. Der bevorzugte Anwendungsbereich betrifft das Prüfen von verschweißten Kunststoffrohren.

BEST AVAILABLE COPY

DE 38 18542 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Prüfen eines technischen Körpers.

Derartige Materialprüfungen werden derzeit mit Ultraschall durchgeführt. Bei der mit Ultraschall erreichbaren Auflösung ist jedoch nur ein ungenaues Bild des jeweils geprüften Körperabschnitts zu erhalten. Die Auswertung dieser Bilder, beispielsweise zur Ermittlung von Fehlstellen in Schweißnähten, erfordert ein hohes Maß an Fachkenntnissen und Erfahrung. Andernfalls kommt es zu Fehlinterpretationen, die katastrophale Folgen haben können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine aufschlußreichere Wiedergabe des geprüften Körpers zu ermöglichen, die ohne besondere Erfahrungen und Fachkenntnisse ausgewertet und interpretiert werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Verfahren nach der Erfindung gekennzeichnet durch die Anwendung der Computer-Tomographie oder der Kernspin-Tomographie.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht durch Überlagerung der Meßwerte eine dreidimensionale Erfassung des geprüften Körpers. Jede beliebige Schnittansicht kann mit vorzüglichem Auflösungsvermögen wiedergegeben werden. Dabei sind Aussagen über die Materialstruktur und deren Unregelmäßigkeiten bzw. Fehlstellen ohne weiteres möglich.

Das Prüfergebnis ist von keiner besonderen Einfallswinkel- und/oder Ausfallwinkelrelation abhängig. Ferner besteht keine Abhängigkeit von der äußeren Form des technischen Körpers bzw. dessen Oberflächenbeschaffenheit. Es können beliebige technische Körper aus beliebigen Materialien geprüft werden, und zwar auch inhomogene Körper.

Beispielsweise besteht die Möglichkeit, den korrekten Sitz von Dichtungen in Muffen zu prüfen. Ein wichtiges Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Prüfung von Rohren, und zwar insbesondere von PE-Rohren und deren Schweißverbindungen einschließlich Muffenschweißungen.

Vorzugsweise werden mindestens eine Strahlenquelle und mindestens ein zugehöriger Sensor gemeinsam um den technischen Körper gedreht. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit der kinematischen Umkehr, jedoch läßt die Verdrehbarkeit von Strahlenquelle und Sensor auch das Prüfen von Rohrschweißungen vor Ort zu. Dabei ergibt sich als besonderer Vorteil, daß die Rohre während der Prüfung ohne weiteres von beliebigen Fluiden durchströmt sein können.

Die genaueste Wiedergabe ist zu erzielen, wenn die Strahlenquelle und der zugehörige Sensor um 360° um den technischen Körper gedreht werden. Sofern eine geringere Genauigkeit genügt, reicht auch eine Teildrehung aus, beispielsweise um 180°.

Mehrere Drehungen können sich in gleicher Richtung aneinander anschließen. Apparativ einfacher gestaltet sich die Durchführung des Verfahrens aber dadurch, daß die Strahlenquelle und der zugehörige Sensor in Pendelbewegungen um den technischen Körper gedreht werden. Man kann dabei mit festen Kabelverbindungen arbeiten und muß nicht auf Schleifringe zurückgreifen.

Vorteilhafterweise werden die Strahlenquelle und der zugehörige Sensor ferner gemeinsam senkrecht zu ihrer Drehrichtung entlang des technischen Körpers verschoben. Der technische Körper kann also abschnittsweise

abgetastet werden als Aufeinanderfolge einzelner Schichten.

Die Stromquelle und der zugehörige Sensor können erfindungsgemäß gemeinsam schraubengangförmig bewegt werden, wobei die Steigung der schraubengangförmigen Bewegung vorzugsweise entsprechend des gewünschten Schichtabstandes eingestellt wird.

Um die Präzision des Abtastvorganges zu optimieren, können die Drehungen und Verschiebungen der Strahlenquelle und des zugehörigen Sensors rechengesteuert erfolgen.

In wesentlicher Weiterbildung der Erfindung werden ermittelte Unregelmäßigkeiten vergrößert abgebildet. Dies geschieht durch entsprechende Wahl des Auswertprogramms. Selbst kleinste Unregelmäßigkeiten können so deutlich abgebildet werden, daß Interpretationsfehler praktisch ausgeschlossen sind.

Die Erfindung schafft ferner einen Computer-Tomographen mit einem Rechner, mindestens einer Strahlenquelle und mindestens einem zugehörigen Sensor, der dadurch gekennzeichnet ist, daß die Strahlenquelle und der zugehörige Sensor an einem Träger angeordnet sind, der um einen zu prüfenden technischen Körper schließbar und an diesem befestigbar ist, und daß die Strahlenquelle und der zugehörige Sensor gemeinsam um den Träger drehbar sowie relativ zu diesem senkrecht zur Drehrichtung verschiebbar sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich insbesondere dazu, Schweißnähte von PE-Rohren vor Ort zu prüfen.

Der Träger ist vorzugsweise als öffentlicher Ring mit mindestens drei radialen Spannelementen ausgebildet. Der Ring wird über dem Rohr geschlossen und gegen letzteres verspannt. Sodann können die Meßumläufe der Strahlenquelle und des zugehörigen Sensors beginnen.

Ferner kann der Computer-Tomograph erfindungsgemäß gekennzeichnet sein durch verstellbare Schichtblenden, die, bezogen auf die Verschiebungsrichtung der Strahlenquelle und des zugehörigen Sensors, beidseitig neben der Strahlenquelle und/oder dem Sensor angeordnet sind. Durch Verstellen der Schichtblenden wird die jeweilige Schichtdicke vorgewählt.

Bei dem Rechner des Computer-Tomographen handelt es sich um eine Auswerteinheit mit der zugehörigen Peripherie, nämlich Schalteinrichtungen, Bildschirme, Plotter, Foto-Ausgabe-Geräte und dgl. Auch können über diesen Rechner die Bewegungsabläufe beim Abtasten des technischen Körpers gesteuert werden. Vorzugsweise sind die Strahlenquelle und der zugehörige Sensor über eine Fernübertragung mit dem Rechner verbunden. Der Rechner kann dabei Bestandteil eines Meßwagens sein, der in beliebigem Sicherheitsabstand zur Strahlenquelle aufgestellt wird. Der eigentliche "Meßkopf" wird auf die Strahlenquelle, den Sensor und die auf das Rohr aufgesetzte Halterung beschränkt. Er bleibt dadurch sehr handlich.

Die Erfindung wird im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 eine schematische Stirnansicht einer Abtastanordnung;

Fig. 2 eine schematische perspektivische Ansicht einer vergleichbaren Abtastanordnung;

Fig. 3 eine Seitenansicht eines Meßkopfes;

Fig. 4 eine Stirnansicht des Meßkopfes, gesehen in Richtung des Pfeils A in Fig. 3.

Fig. 1 zeigt eine erste Strahlenquelle 1 mit einem zugehörigen Sensor 2. Ferner ist eine zweite Strahlenquelle 3 mit einem zugehörigen Sensor 4 vorgesehen. Die Strahlenquellen 1 und 3 mit ihren zugehörigen Sensoren 2 und 4 drehen sich um ein PE-Rohr 5 und liefern Meßwerte, die unter Anwendung der Computer-Tomographie eine sehr genaue dreidimensionale Wiedergabe des abgetasteten Rohrquerschnitts erzeugen.

Diese Verhältnisse ergeben sich auch aus Fig. 2, wobei dort sowohl der Strahlenquelle 1 als auch dem Sensor 2 Schichtblenden 6 zugeordnet sind, die verstellt werden können, um die Breite der jeweils erfaßten Schicht festzulegen.

Die Anordnung nach den Fig. 1 bzw. 2 bewegt sich schrittweise entlang des Rohres 5, um aufeinanderfolgende Schichten eines Rohrabchnitts zu erfassen. Die Drehbewegung wird dabei als Pendelbewegung über 360° durchgeführt. Die Dreh- und Verschiebungsbewegungen werden von dem zum Computer-Tomographen gehörenden, in der Zeichnung nicht dargestellten Rechner gesteuert.

Nach den Fig. 3 und 4 ist die Strahlenquelle 1 mit ihren zugehörigen Schichtblenden 6 gegenüber dem Sensor 2 an einem Ring 7 angeordnet. Von letzterem führt ein Kabel 13 einer Fernübertragung zu dem auch hier nicht dargestellten Rechner.

Der Ring 7 ist auf einem Ring 8 drehbar gelagert, welcher seinerseits von Kolbenarbeitsmaschinen 9 eines ebenfalls ringförmigen Trägers 10 getragen wird. Die gesamte Anordnung ist in Horizontalrichtung geteilt, so daß sie auf ein Rohr aufgesetzt werden kann, um vor Ort die Qualität einer Schweißnaht zu prüfen.

Der Träger 10 wird gegen das Rohr verspannt, und zwar unter Einsatz von drei Spannvorrichtungen 11, welche von Kolbenarbeitsmaschinen 12 betätigbar sind.

Im Rahmen der Erfindung sind Abwandlungsmöglichkeiten gegeben. So können unter Einsatz von Schleifringen die Drehbewegungen von Strahlungsquelle und zugehörigem Sensor fortlaufend durchgeführt werden. Auch sind schraubengangförmige Bewegungen möglich, wobei die Steigung variabel ist, um unterschiedliche Schichtabstände einstellen zu können. Ferner ist es möglich, die Schichtblenden 6 lediglich beidseitig des Sensors 2 anzuordnen. Die beiden Hälften der Anordnung müssen nicht vollständig voneinander lösbar sein. Sie können auch einseitig über ein Gelenk miteinander verbunden sein, so daß sich ein zangenförmiges Umgreifen und Umschließen des abzutastenden Rohres ergibt.

Der nicht dargestellte Rechner wird in genügendem Sicherheitsabstand von der Strahlenquelle 1 aufgestellt. Sein Rechenprogramm ermöglicht es, Fehlstellen unter Erzeugung eines Lupeneffektes vergrößert wiederzugeben.

Bei Anwendung der Kernspin-Tomographie muß zusätzlich ein Magnetfeld über den abzubildenden Rohrquerschnitt errichtet werden. Zweckmäßigerweise wird das Feld so angelegt, daß die Feldlinien parallel zu einer Radialachse verlaufen, die zur Achse von Strahlenquelle 1 und Sensor 2 etwa senkrecht steht. Die Magnete können wie Strahlenquelle 1 und Sensor 2 an Ring 7 angebracht und mit diesem drehbar bzw. bewegbar bewegbar sein.

Computer-Tomographie oder der Kernspin-Tomographie.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Strahlenquelle (1) und mindestens ein zugehöriger Sensor (2) gemeinsam um den technischen Körper (5) gedreht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenquelle (1) und der zugehörige Sensor (2) um 360° um den technischen Körper (5) gedreht werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenquelle (1) und der zugehörige Sensor (2) in Pendelbewegungen um den technischen Körper (5) gedreht werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenquelle (1) und der zugehörige Sensor (2) gemeinsam senkrecht zu ihrer Drehrichtung entlang des technischen Körpers (5) verschoben werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenquelle (1) und der zugehörige Sensor (2) gemeinsam schraubengangförmig bewegt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der schraubengangförmigen Bewegung entsprechend des gewünschten Schichtabstandes eingestellt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehungen und Verschiebungen der Strahlenquelle (1) und des zugehörigen Sensors (2) rechnergesteuert erfolgen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ermittelte Unregelmäßigkeiten vergrößert abgebildet werden.

10. Computer-Tomograph mit einem Rechner, mindestens einer Strahlenquelle (1) und mindestens einem zugehörigen Sensor (2), dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenquelle (1) und der zugehörige Sensor (2) an einem Träger (10) angeordnet sind, der um einen zu prüfenden technischen Körper (5) schließbar und an diesem befestigbar ist, und daß die Strahlenquelle (1) und der zugehörige Sensor (2) gemeinsam um den Träger (10) drehbar sowie relativ zu diesem senkrecht zur Drehrichtung verschiebbar sind.

11. Computer-Tomograph nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (10) als öffnbarer Ring mit mindestens drei radialen Spannelementen (11) ausgebildet ist.

12. Computer-Tomograph nach Anspruch 10 oder 11, gekennzeichnet durch verstellbare Schichtblenden (6), die, bezogen auf die Verschiebungsrichtung der Strahlenquelle (1) und des zugehörigen Sensors (2), beidseitig neben der Strahlenquelle und/oder dem Sensor angeordnet sind.

13. Computer-Tomograph nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenquelle (1) und der zugehörige Sensor (2) über eine Fernübertragung (8) mit dem Rechner verbunden sind.

— Leerseite —

This Page Blank (except

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

38 18 542  
G 01 N 23/04  
31. Mai 1988  
14. Dezember 1989

3818542

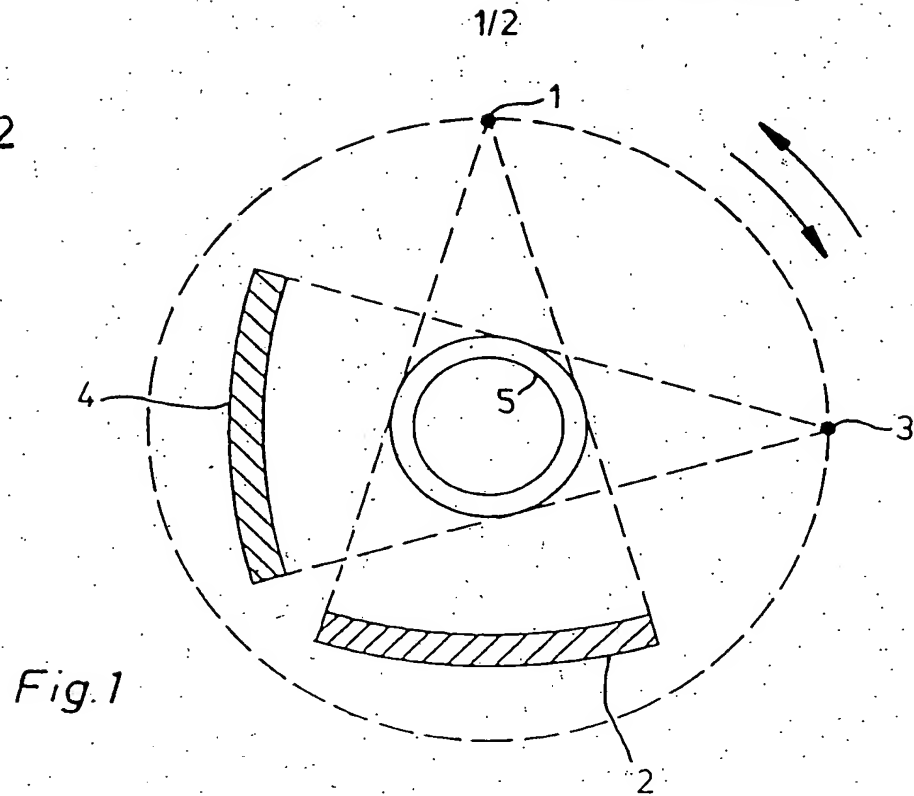
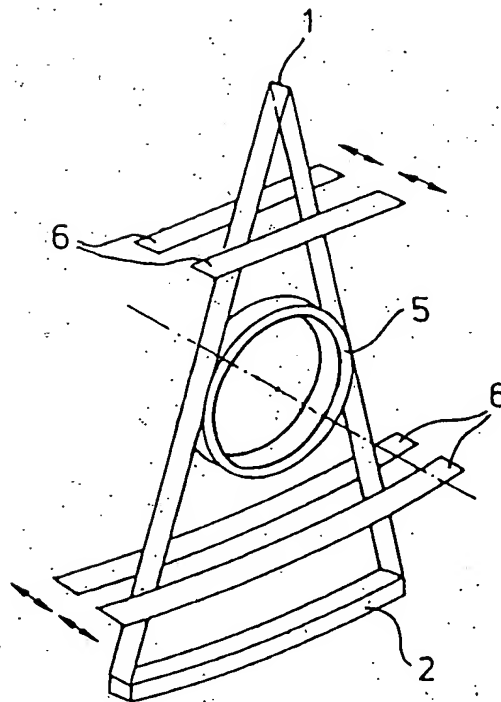


Fig. 2



3105 88

10\*

2/2

3818542

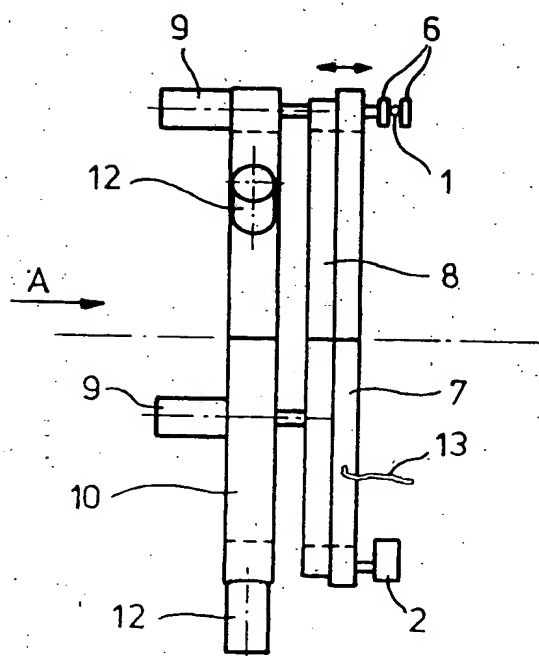


Fig. 3

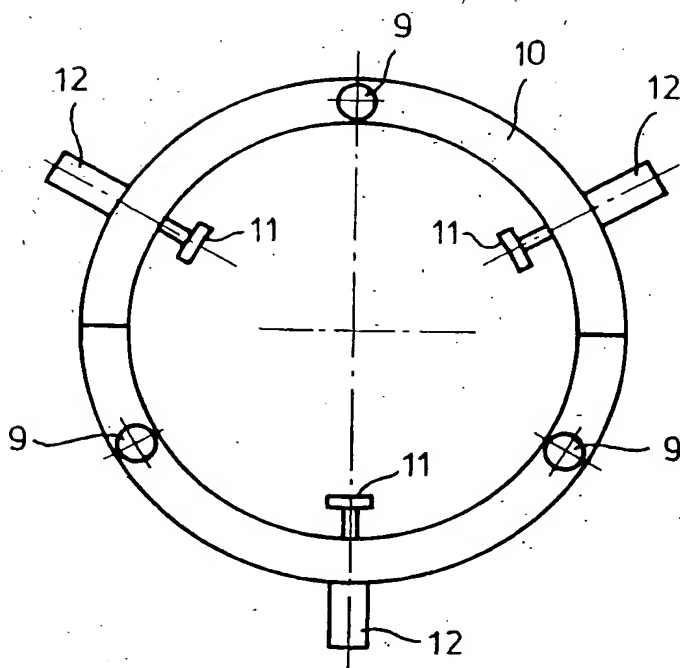
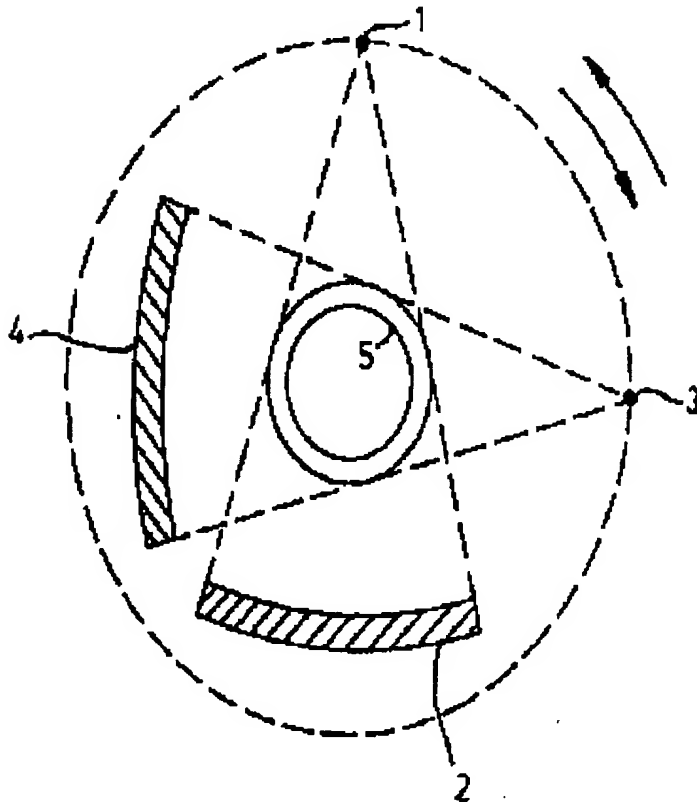


Fig. 4

AN: PAT 1989-371340  
TI: Material testing, esp. for locating weld stem defects using computer for or nuclear resonance tomography with radiation source and sensor describing helical path  
PN: DE3818542-A  
PD: 14.12.1989  
AB: At least one radiation source and at least one associated sensor are rotated through 360 deg. about the body under test and displaced together perpendicularly wrt. their direction of rotation. The source and sensor can describe a helical path of motion whose pitch corresp. to the desired scanning layer interval. The rotation and displacement of the sensor and source are computer-controlled. Enlarged images are generated of detected irregularities.; Material testing of bodies, partic. of welded plastics pipes. Enables information-rich image formation so that images can be interpreted without special measures or skills.  
PA: (HOEP/) HOEPER G; (HOPE/) HOPER G;  
IN: HOEPER G;  
FA: DE3818542-A 14.12.1989; DE3818542-C2 11.05.1994;  
CO: DE;  
IC: G01N-023/04; G01N-023/06; G01N-024/08; G03B-042/02;  
MC: S03-E06B; S03-E07;  
DC: P82; S03;  
FN: 1989371340.gif  
PR: DE3818542 31.05.1988;  
FP: 14.12.1989  
UP: 11.05.1994



---

**This Page Blank (uspto)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

